



УДК 504.054: 632.95.02

ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ ХИМИЧЕСКИХ И БИОЛОГИЧЕСКИХ ИНСЕКТИЦИДОВ В РАЗЛИЧНЫХ СЛОЯХ ПОЧВЕННОГО ПРОФИЛЯ

Л.К. Каменек, А.Н. Кашицин

Ульяновский государственный университет, Россия, 432017, г. Ульяновск, ул. Л. Толстого, д. 42

E-mail: kameneklk@mail.ru,
uladres@mail.ru

Целью данного исследования было изучить влияние инсектицидов созданных на основе *Bacillus thuringiensis* (Дельта и Лепидоцид) и химического инсектицида Актара на почвенную мезофауну в различных слоях почвенного профиля. Показано, что препарат Актара негативно влияет на численность всех групп почвенных беспозвоночных во всем изученном нами почвенном профиле. Действие препаратов созданных на основе *Bacillus thuringiensis* влияет на численность отдельных групп почвенных беспозвоночных в верхнем слое через 10 дней после обработки, но через 30 дней их численность полностью восстанавливается.

Ключевые слова: почвенная мезофауна, инсектициды, биоинсектициды, *Bacillus thuringiensis*, препарат Дельта.

Введение

Из литературных данных известно разрушительное воздействие химических пестицидов на почвенную биоту [1]. В зоне умеренного климата основное количество токсикантов в большинстве случаев локализуется в слое 0–30 см [2]. Именно в этом слое сосредоточена и основная масса почвенных беспозвоночных. Негативное воздействие химических инсектицидов заключается в том, что они оказывают влияние не только на объект регуляции численности, но и на другие живые организмы – имеют высокую токсичность, снижают численность и обедняют видовой состав энтомофауны, вызывают появление резистентных популяций фитофагов и создают опасность долговременного воздействия на живую природу [3]. Взаимодействие пестицидов с почвенными организмами выражается в форме двух основных процессов: 1) токсического действия ксенобиотиков, как физиологически активных соединений на микрофлору, проявляющееся в нарушении механизма синтеза ферментов, замедлении и остановке метаболизма, задержке роста и развития; 2) микробиологической трансформации и разложения ксенобиотиков [4]. Сохранение почвенного плодородия не возможно без сохранения почвенных беспозвоночных. Это признают во всем мире, поэтому проблемы экологии обитающих в почве беспозвоночных животных не раз являлись предметом обсуждения ученых во многих странах мира.

Актуальность поиска новых экологически безопасных, эффективных, экономически выгодных пестицидов для сельского хозяйства с каждым годом растет. Биологические средства защиты растений являются удачной альтернативой в решении этой проблемы. Наибольший интерес в этом отношении представляет спорообразующая грамположительная бактерия *Bacillus thuringiensis*, являясь естественным компонентом микрофлоры почв, характеризуется высокой эффективностью, избирательностью действия и сравнительной безопасностью для теплокровных животных. На сегодняшний день препараты, содержащие спорово-кристаллические комплексы *B. thuringiensis*, занимают 90–95% рынка биоинсектицидов [5]. Инсектициды на основе этого вида бактерий уже зарекомендовали себя как эффективные и безвредные средства регуляции численности ряда насекомых-фитофагов, являющихся вредителями сельского и лесного хозяйства.

Объекты и методы исследования

Исследование проводили в 2011 году на территории Ульяновской области. В работе использовали следующие инсектициды.

Актара – инсектицид кишечного-контактного действия, обладает трансламинарной активностью. Благодаря способности перераспределения по листу и передвижению по ксилеме, Актара хорошо подавляет цикадок, тлей, белокрылок, некоторых видов щитовок и ложнощитовок, жуков и других насекомых [6].

Лепидоцид – бактериальный инсектицидный препарат (суспензионный концентрат) кишечного действия, эффективность которого проявляется только при попадании внутрь насекомого при его активном питании на растении. Применяют для защиты сельскохозяйственных культур от гусениц чешуекрылых насекомых-вредителей [7].



Дельта – (действующее вещество очищенный дельта-эндотоксин *Bacillus thuringiensis*). Благодаря высокоспецифичному взаимодействию с соответствующими рецепторами токсин поражает насекомых лишь нескольких родственных видов, являясь безвредным для других членистоногих и прочих организмов. В составе препарата очищенный и активированный дельта-эндотоксин (не содержит спор, бактериальных оболочек и т. п.), а также активаторы, прилипатели, стабилизаторы рабочей суспензии. Препарат Дельта применяется в форме смачивающегося порошка с нормой расхода 0.07 кг/га. Эффективность применения находится на одном уровне с химическими инсектицидами [8].

Полевые испытания проводились на 13 учетных делянках площадью по 63 м². Контрольную делянку не обрабатывали. Для обработки делянок использовали препараты: Дельта (с нормой расхода 50, 20, 10 и 5 мг/м²), Лепидоцид (с нормой расхода 300, 200, 100 и 50 мг/м²) и Актара (с нормой расхода 50, 20, 10 и 5 мг/м²). Обработку проводили ранцевым опрыскивателем ОП 207 «ЖУК».

Учеты почвенных беспозвоночных проводили через 3, 10 и 30 дней после обработки. Пробы с каждой делянки брали в 5 точках, выбранных рандомизированно. Пробы отбирали методом почвенных раскопок путем вырезания фрагмента почвы длиной 1 м, шириной 0.5 м и глубиной 20 см и просеивания почвы на ситах с диаметром ячеек 2.0 и 5.0 мм. Для определения влияния пестицидов в разных слоях почвы раскопки проводились послойно: верхний слой – от поверхности почвы до 5 см глубиной, второй слой – от 5 до 20 см. Определение принадлежности беспозвоночных к таксономической группе проводили по определителям М.С. Гилярова [9] и Н.Н. Плавильщикова [10]. Собранный материал подвергали статистической обработке с помощью типовых программ Microsoft Office.

Результаты и их обсуждения

В результате почвенного обследования были обнаружены беспозвоночные животные, принадлежащие типам Членистоногие (Arthropoda) и Кольчатые черви (Annelida). В типе Членистоногие изучены представители, относящиеся к классам: Паукообразные (Arachnida), Многоножки (Myriapoda) и Насекомые (Insecta). В классе Насекомые были выделены следующие отряды: Равнокрылые (Homoptera), Полужесткокрылые (Hemiptera), Перепончатокрылые (Hymenoptera), Двукрылые (Diptera) и Жесткокрылые (Coleoptera). Отряд Жесткокрылые включал семейства: Жужелицы (Carabidae), Стафилиниды, (Staphylinidae), Щелкуны (Elateridae), Долгоносики (Curculionidae) и Пластинчатоусые (Scarabaeidae).

На рисунке 1 представлено распределение почвенных беспозвоночных в почвенном профиле на 10-й день исследования. Все обнаруженные группы беспозвоночных присутствуют в обоих слоях. В верхнем слое находится большая часть представителей семейств Жужелицы, Долгоносики и Перепончатокрылые. Среди дождевых червей, многоножек, пластинчатоусых и двукрылых более 65% представителей находятся в нижнем слое. Можно предположить, что влияние пестицидов будет более сильно проявляться на беспозвоночных, обитающих в верхнем слое почвы.

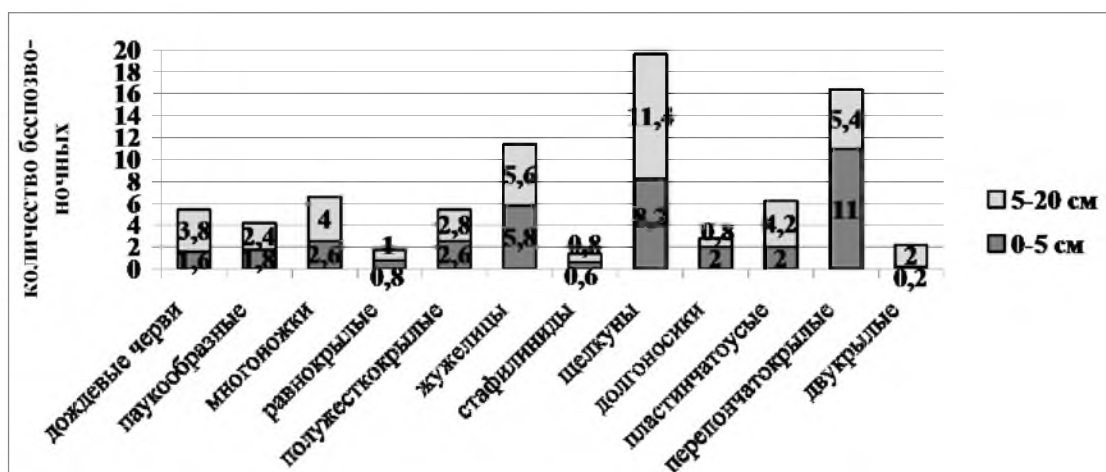


Рис. 1. Распределение по слоя почвенных беспозвоночных на контрольной делянке на 10-й день исследования

На рис. 2 представлено в процентах общее количество почвенных беспозвоночных в верхнем слое на различных делянках. При анализе результатов раскопок были выявлены раз-

личия в распределении почвенной мезофауны по слоям между обработанными делянками. Полученные данные показывают, что на участках обработанных препаратом Дельта и Лепидоцид по сравнению с контролем отклонение в количестве почвенных беспозвоночных составляет не более 4%.

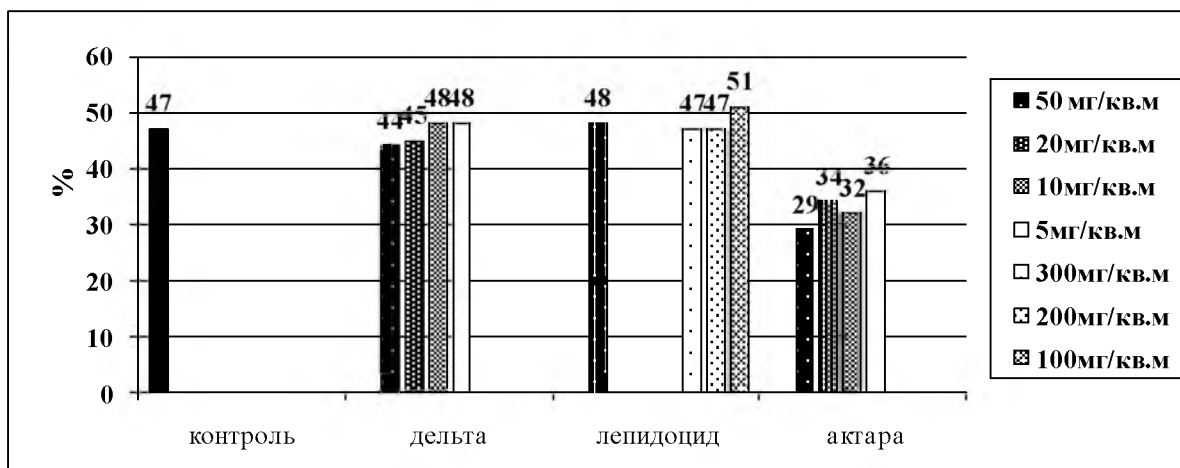


Рис. 2. Количество почвенных беспозвоночных в почвенном слое от 0 до 5 см в процентах от общего числа

Обработка биологическими инсектицидами вызывала снижение численности дождевых червей, долгоносиков, пластинчатых и двукрылых. Количество дождевых червей на участке, обработанном препаратом Дельта в норме расхода 50 мг/м², достоверно снизилось в верхнем слое на 50%, при этом в нижнем слое их численность снизилась незначительно – всего на 5%. Количество представителей семейства Долгоносики (50% от контроля) и Пластинчатые (20% от контроля) достоверно снизилось в верхнем слое участков, обработанных максимальной концентрацией препарата Дельта. В нижнем слое на участках, обработанных препаратом Дельта, различия с контролем были выявлены лишь в отряде Двукрылые, представители которого не обнаружены на данных участках.

В верхнем слое на участках, обработанных Лепидоцидом нормой расхода 300, 100 и 50 мг/м², достоверно снизилась численность дождевых червей на 50%, 72.5% и 37.5% соответственно. В нижнем слое достоверное снижение их численности зафиксировано только на первом из этих участков. На участке, обработанном нормой расхода 200 мг/м², достоверно снизилось количество долгоносиков (40% от контроля). По всем остальным группам на участках, обработанных инсектицидом Лепидоцидом, достоверных различий не обнаружено.

Инсектицид Актара значительно изменял структуру распределения почвенных беспозвоночных по сравнению с контролем. Если в контроле 47% беспозвоночных находится в верхнем слое, то на участках, обработанных химическим инсектицидом, от 29% до 36% в зависимости от нормы расхода препарата. Большая часть инсектицида Актара на 10-й день после обработки сконцентрировалась в слое от 0 до 5 см. На участках, обработанных инсектицидом Актара, количество почвенных беспозвоночных в верхнем слое достоверно ниже контроля на всех делянках. На участках, обработанных нормой расхода 50 мг/м² и 20 мг/м², во всех выделенных нами группах количество беспозвоночных достоверно снизилось. Обработка данными нормами расхода привела к снижению количества почвенных беспозвоночных в следующих группах: класс Насекомые (50.6% и 61.2% от контроля); отряды Полужесткокрылые (7% и 21% от контроля), Двукрылые (0% и 10% от контроля) и Жесткокрылые (50% и 58.8% от контроля); семейства Щелкуны (43.9% и 52.6% от контроля) и Долгоносики (0% и 25% от контроля).

Обработка с нормой расхода 10 мг/м², приводила к снижению численности почвенных беспозвоночных в верхнем слое в большинстве групп, при этом в нижнем слое достоверные различия с контролем зафиксированы в классе Насекомые (75.3% от контроля), отряде Двукрылые (10% от контроля) и в семействе Щелкуны (59.6% от контроля). Обработка с нормой расхода 5 мг/м² вызвала снижение численности почвенных беспозвоночных в большинстве групп в верхнем слое, при этом в нижнем слое количество беспозвоночных достоверно снизилось только в отряде Двукрылые (20% от контроля).

На рисунке 3 представлено распределение почвенных беспозвоночных в почвенном профиле на 30-й день после обработки. Все обнаруженные группы беспозвоночных присутствуют в обоих слоях, кроме представителей семейства Пластинчатые. В верхнем слое нахо-



дится большая часть только представителей семейства Перепончатокрылые, представители остальных групп большей частью располагаются в нижнем слое.

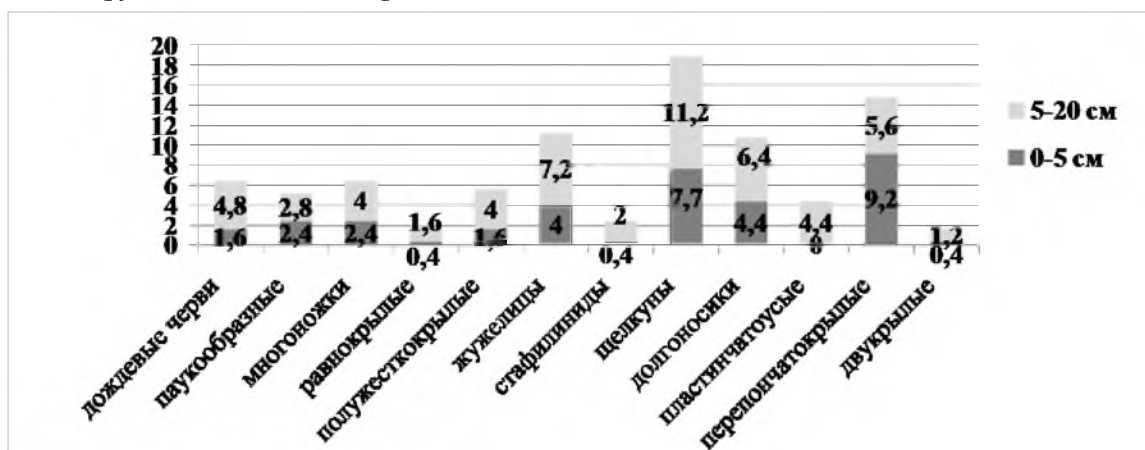


Рис. 3. Распределение по слоя почвенных беспозвоночных на контрольной делянке на 30-й день исследования

Анализируя и сравнивая результаты отбора проб на 10-й и 30-й день, следует отметить снижение численности почвенных беспозвоночных в верхнем слое и увеличение в нижнем. На 10-й день исследования на контрольной делянке 47% всех беспозвоночных находились в верхнем слое, а на 30-й день этот показатель стал равен 38%. Возможно, это связано с сезонными изменениями или погодными условиями – уменьшение количества осадков.

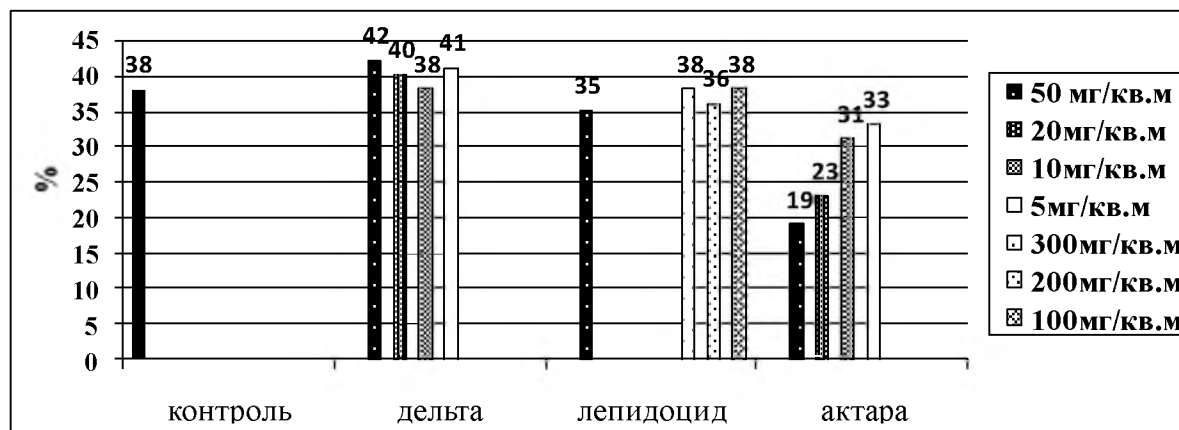


Рис. 4. Количество почвенных беспозвоночных в почвенном слое от 0 до 5 см в процентах от общего числа

Данные, представленные на рисунке 4, показывают, что на участках, обработанных препаратами Дельта и Лепидоцид, по сравнению с контролем отклонения в количестве почвенных беспозвоночных составляют не более 4%, также как и во время отбора проб на 10-й день. На данных участках статистически значимые различия ни для одной группы почвенных беспозвоночных выявлены не были.

Обработка инсектицидом Актара вызывала снижение почвенных беспозвоночных в верхнем слое по сравнению с контролем. На делянках, обработанных нормой расхода 50 мг/м², количество почвенных беспозвоночных составляет 7.6 экз./м² (22.1% от контроля), нормой расхода 20 мг/м² – 11.6 экз./м² (33.7% от контроля), нормой расхода 10 мг/м² – 18 экз./м² (52.3% от контроля), нормой расхода 5 мг/м² – 23.6 экз./м² (68.6% от контроля).

В нижнем слое влияние инсектицида Актара выявлено для всех участков, но снижение численности не столь значительно. На делянках, обработанных нормой расхода 50 мг/м², количество почвенных беспозвоночных составляет 32.4 экз./м² (58.7% от контроля), нормой расхода 20 мг/м² – 38 экз./м² (68.8% от контроля), нормой расхода 10 мг/м² – 41 экз./м² (74.3% от контроля), нормой расхода 5 мг/м² – 48.4 экз./м² (87.7% от контроля). На делянках, обработанных концентрацией 50 мг/м², в нижнем слое не выявлено достоверного влияния на следующие группы беспозвоночных: дождевые черви, паукообразные, многоножки, перепончатокрылые. На делянках, обработанных концентрацией 20 мг/м² и 10 мг/м², в нижнем слое не выявлено влияния



на следующие группы беспозвоночных: дождевые черви, паукообразные, многоножки, перепончатокрылые и пластинчатоусые. Обработка в норме расхода 5 мг/м² в нижнем слое не оказывала влияния на следующие группы беспозвоночных: дождевые черви, паукообразные, многоножки, перепончатокрылые и равнокрылые, стафилиниды, долгоносики и пластинчатоусые.

Заключение

В верхнем слое почвенного профиля через 10 дней после обработки инсектицидом Дельта в норме расхода 50 мг/м² выявлено снижение численности дождевых червей и долгоносиков на 50%, пластинчатоусых – на 80% относительно контроля. Обработка инсектицидом Лепидоцид в норме расхода 300 мг/м² через 10 дней после обработки вызывала снижение количества дождевых червей в верхнем слое на 50% и нижнем – на 60% относительно контроля. Обработка Лепидоцидом в норме расхода 200 мг/м² через 10 дней после обработки вызывала снижение численности долгоносиков в верхнем слое на 40%. В верхнем и нижнем слое через 30 дней после обработки биологическими инсектицидами численность почвенных беспозвоночных полностью восстановилась и достигла контрольных значений.

В верхнем слое, количество беспозвоночных через 10 дней после обработки препаратом Актара достоверно ниже контроля на 43–76%, в зависимости от нормы расхода, а через 30 дней после обработки – на 31–78%. В нижнем слое также наблюдается снижение численности беспозвоночных через 10 дней после обработки на 11–47%, а через 30 дней – на 12–41% относительно контроля в зависимости от нормы расхода инсектицида. Через 10 дней после обработки на делянках, обработанных нормой расхода 5 мг/м², не выявлено достоверного влияния на почвенных беспозвоночных, но через 30 дней после обработки было выявлено снижение численности полужесткокрылых, жуужелиц, долгоносиков и щелкунов. Возможно, это связано с миграцией и концентрацией инсектицида в нижнем слое почвенного профиля.

Таким образом, проведенные исследования показали, что химический препарат Актара негативно влияет на численность всех групп почвенных беспозвоночных во всем изученном нами почвенном профиле, при этом его влияние ослабевает с глубиной. Действие препаратов, созданных на основе *Bacillus thuringiensis*, влияет на численность отдельных групп почвенных беспозвоночных в верхнем слое через 10 дней после обработки, но через 30 дней их численность полностью восстанавливается.

Список литературы

1. Balanca G., Visscher M. Effects of very low doses of fipronil on grasshoppers and non-target insects following field trials for grasshopper control // Crop Protect. – 1997. – Vol. 16. – №6. – P. 553.
2. Овчинникова М.Ф. Химия гербицидов в почве. – М.: МГУ, 1987. – 109 с.
3. Райс Э. Природные средства защиты растений от вредителей. – М.: Мир, 1986. – С. 26–48.
4. Волгина Т.Н., Новиков В.Т., Регужева Д.В. Пути распространения пестицидов в объектах окружающей среды // Региональные проблемы. – 2010. – Т. 13. – №1. – С. 76–81.
5. Вершинина В.И., Алимова Ф.К. Продукты на основе микробной биомассы // Микробная биотехнология. – Казань: Унипресс: ДАС, 2000. – С. 125–200.
6. Сборник методических указаний МУК 4.1.1142-02. – М., 2004. – 10 с.
7. Лепидоцид концентрированный. ТУ 64-15-03-87. – М., 1987. – 33 с.
8. Каменек Л.К., Лоснов М.Е. Микробиологический препарат Дельта-2 и его эффективность в сравнении с препаратами химической природы // Современные наукоемкие технологии. – 2005. – № 3 – С. 72–72.
9. Гиляров М.С. Определитель обитающих в почве личинок насекомых. – М.: Наука, 1964. – 921 с.
10. Плавильщиков Н.Н. Определитель насекомых. – М.: Топикал, 1994. – 544 с.

ECOLOGICAL ASSESSMENT OF INFLUENCE OF CHEMICAL AND BIOLOGICAL INSECTICIDES IN VARIOUS LAYERS OF THE SOIL PROFILE

L.K. Kamenek, A.N. Kashitsin

Ulyanovsk State University, Lev Tolstoy St., 42, Ulyanovsk, 432017, Russia

E-mail: kameneklk@mail.ru, uladres@mail.ru

The objective of this research was to study influence of insecticides created on the basis of *Bacillus thuringiensis* (The Delta and Lepidotsid) and Aktara chemical insecticide on soil mesofauna in various layers of soil profile. It is shown that Aktara preparation negatively influences the number of all groups of soil invertebrates in all soil profile studied by us. Action of preparations created on the basis of *Bacillus thuringiensis* influences the number of separate groups of soil invertebrates in the top layer within 10 days after processing, but after 30 days their number is completely restored.

Keywords: soil mesofauna, insecticides, bioinsecticides, *Bacillus thuringiensis*, preparation Delta.